# Distribution et persistance de l'aminocarbe dans les éléments terrestres de l'environnement forestier après un épandage semi-opérationnel de deux mélanges de Matacil® 180F

K.M.S. Sundaram et R. Nott

Rapport d'information FPM-X-67F
Institut pour la répression des ravageurs forestiers
Forêts Canada
Sault Ste. Marie (Ontario)
1989

93-02836/

# Distribution et persistance de l'aminocarbe dans les éléments terrestres de l'environnement forestier après un épandage semi-opérationnel de deux mélanges de Matacil 180F

K.M.S. Sundaram, R. Nott

Rapport d'information FPM-X-67F
Institut pour la répression des ravageurs forestiers

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1989
Numéro de catalogue Fo46-16/67F
ISBN 0-662-95436-X
Imprimé au Canada

Il est possible d'obtenir sans frais des exemplaires de cette publication auprès des:

Services d'information
Institut pour la répression des ravageurs forestiers
Forêts Canada
C.P. 490
Sault Ste. Marie (Ontario)
P6A 5M7

Des copies ou microfiches de cette publication sont en vente chez:

Micromédia Ltée
Place du Portage
165, rue Hôtel-de-Ville
Hull (Québec)
J8X 3X2

# Table des matières


| | Page |
|---|---|
| Résumé | iii |
| Abstract | iii |
| Introduction | 1 |
| Produits et méthodes | 1 |
| Parcelles expérimentales | 1 |
| Épandage | 1 |
| Échantillonnage des substrats | 2 |
| Préparation des échantillons, extraction et nettoyage de la colonne | 4 |
| Analyse par chromatographie en phase gazeuse | 4 |
| Résultats et analyse | 5 |
| Dépôt | 5 |
| Résidus d'aminocarbe dans le feuillage des conifères | 7 |
| Résidus d'aminocarbe dans la litière forestière | 8 |
| Résidus dans le sol forestier | 9 |
| Ouvrages de référence | 9 |
| Remerciements | 10 |

## Résumé

Deux préparations de Matacil® 180F, une à base d'huile (180FO) et une à base acqueuse (180FE), ont été épandues par avion à deux reprises, à la dose de 70 g/ha d'ingrédient actif, dans des parcelles choisies dans une forêt mélangée de conifères à maturité, près de Fredericton au Nouveau-Brunswick. La dispersion et le dépôt des produits ont varié considérablement entre les deux arrosages de la même préparation et entre les deux préparations. La quantité moyenne d'aminocarbe s'étant déposé et le pourcentage de dépôt à la surface du sol se sont élevés respectivement à 12,4 g/ha et 17,7. La plus forte concentration d'aminocarbe mesurée sur le feuillage du sapin baumier (*Abies balsamea* [L] Mill.) a été de 1 220 ng/g (masse à l'état frais) et a été obtenue 1 h après le deuxième arrosage de la préparation 180FE. Avec chacune des deux préparations, la disparition des résidus en fonction du temps a suivi une courbe d'affaiblissement exponentielle et les périodes (demi-vie) s'étendaient de 78 à 143 h. Les échantillons recueillis 12 jours après le deuxième arrosage renfermaient seulement 20 % de la concentration maximale initiale du produit, indiquant que celui-ci avait une courte durée de vie. Dans la litière forestière et le sol, les concentrations étaient présentes en quantités aussi faibles que le taux de détection (10 ng/g), ce qui permet de conclure qu'à la dose utilisée, l'aminocarbe ne devrait représenter aucun risque indu pour les micro-organismes du sol.

## Abstract

Two spray mixtures, one oil-based (180FO) and one water-based (180FE), of Matacil® 180 flowable (Matacil® 180F) were applied twice by fixed-wing aircraft at a dosage rate of 70 g AI/ha to selected plots in a mixed mature coniferous forest near Fredericton, New Brunswick. Spray distribution and deposition varied considerably between two applications of the same spray mixture and between the two mixtures. The average amount of aminocarb deposited and the percent deposition at the forest floor were 12.4 g/ha and 17ê7 percent, respectively. The highest concentration of aminocarb in balsam fir [*Abies balsamea* (L) Mill] foliage was 1200 ng/g (fresh wt.), detected 1 h after the second application of 180FE. With both spray mixtures the residues were lost in an exponential decay pattern with time, and the half-lives ranged from 78 to 143 h. the post spray samples collected 12 days after the second application contained only about 20 percent (as sampled) of the initial concentration of the material, showeing that the chemical is short lived. In forest litter and soil environments, aminocarb was present in amounts as low as the detection limit (10 ng/g), indicating that at the dosage rate used, aminocarb should not pose any undue hazard to the soil microorganisms.

# Introduction

L'aminocarbe (marque de commerce: Matacil®) [4-diméthylamino-*m*-toly N-méthylcarbamate] a été utilisé contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* [Clem.]) dans l'est du Canada, d'abord à l'échelle expérimentale, puis à l'échelle opérationnelle, depuis 1970, et à ce jour environ 1,0 x 10 kg de ce produit ont été épandus sur une superficie de 10 sur 10 ha de forêt (Sundaram et Sundaram, 1981). L'insecticide est habituellement épandu par aéronef à raison 2 x 0,07 kg/ha d'ingrédient actif, formulation homogène à base d'huile (Matacil$^{R}$ 180D) contenant (% en poids) 19,5 % d'aminocarbe, 30,0 % de diluant pour insecticide Shell 585 (Shell Canada Ltd., Toronto [Ontario] Canada) et 50,5 % de nonylphénol (Rohm and Haas Canada Ltd., West Hill [Ontario] Canada). Comme le nonylphénol, principal adjuvant de la formulation, s'est révélé toxique pour les jeunes saumons de l'Atlantique (*Salmo salar*) (McLeese et collab., 1980), la compagnie Chemagro Chemical de Toronto, qui commercialise le Matacil, a lancé sur le marché une suspension fluidisable, le Matacil® 180F, qui contient des particules d'aminocarbe produites par voie sèche (2-3 µm de diamètre) en suspension dans l'huile; elle peut être utilisée soit comme une émulsion à base d'eau (Matacil® 180FE) contenant un émulsifiant, Atlox® 3409F (mélange d'éthers polyoxyéthylène et de sulfonate dodécylbenzène) (Atlas Chemical Industries, Brantford [Ontario]), soit comme une formulation à base d'huile (Matacil® 180FO) contenant du diluant à insecticide Shell 585 (distillat de pétrole) pour une application aérienne.

Avant de pouvoir utiliser un produit chimique à l'échelle opérationnelle pour la lutte contre les parasites forestiers au Canada, l'évolution, la distribution et la persistance de ce produit dans l'environnement doivent être évaluées conformément à une méthodologie prescrite par l'organisme d'homologation, Agriculture Canada. La présente étude a pour objet de traiter ces questions et de fournir la base de données nécessaire pour la nouvelle formulation, Matacil 180F, en vue du processus d'homologation.

Au cours de la saison sur le terrain 1982, l'Institut pour la répression des ravageurs forestiers (IRRF) a effectué un essai pour évaluer l'efficacité, l'impact environnemental et les répercussions chimiques environnementales des formulations de Matacil® 180F contenant le diluant ID-585 (180FO) et l'émulsifiant Atlox® 3409F (180FE). La distribution, la persistance et l'évolution de l'aminocarbe dans certains éléments terrestres du milieu forestier sont présentées dans ce rapport.

# Produits et méthodes

## Parcelles expérimentales

Trois parcelles expérimentales ont été choisies dans une forêt de conifères mélangée à maturité, dans la province du Nouveau-Brunswick (N.-B.), aux fins de la présente étude. Deux parcelles de 250 ha, désignées P82 (46°08'N et 66°49'O) et P86 (45°42'N et 66°49'O) étaient situées respectivement à environ 30 km au nord-est et au sud-ouest de Fredericton; la parcelle-témoin se trouvait à environ 20 km à l'ouest de la parcelle P82. La plupart des arbres de ces parcelles souffraient d'une défoliation de modérée à grave causée par d'anciennes proliférations de la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Des échantillons de feuillage, de litière forestière et de sol ont été prélevés avant l'épandage et à divers intervalles par la suite, aux fins de l'analyse de l'aminocarbe.

## Épandage

2 mélanges d'aminocarbe ont été évalués. La composition de chacun des mélanges (% vol.), le dosage, le volume d'application et la formulation utilisés dans chaque parcelle sont donnés aux tableaux 1 à 3. L'épandage aérien a été effectué par Forest Protection Limited (FPL). Les parcelles P82 et P86 ont fait chacune l'objet de 2 épandages à raison de 70 g/ha d'ingrédient actif à environ

5 jours d'intervalle, à partir d'un aéronef TBM Avenger équipé de 24 buses à jets en éventail Flatfan Teejet® 1010. Le type d'aéronef, les paramètres d'épandage, les débits d'émission et les conditions météorologiques pendant l'épandage sont donnés aux tableaux 3 et 4.

## Échantillonnage des substrats

i) Feuillage de sapin baumier: 7 sapins baumiers (*Abies balsamea* [L.] Mill.) dominants (environ 15 m de hauteur et 15 cm de diamètre) à couronne entièrement développée et avec de bonnes conditions d'occupation spatiale et d'exposition à la lumière du soleil ont été choisis au hasard dans les parcelles d'épandage et dans les parcelles-témoins avant l'épandage et ont été marqués avec du ruban

**Tableau 1.** Formulation des pesticides, huile de dilution et surfactant utilisés dans l'étude

| Nom | Abréviation utilisée | Source |
|---|---|---|
| Matacil® 180F | Mat-180F | Chemagro Ltd., Mississauga (Ont.) |
| Diluant insecticide 585b | ID-585 | Shell, Toronto (Ont.) |
| Atlox® 3409F | Atlo-3409 | Atkemix, Brantford (Ont.) |

[a]Suspension fluidisable de particules broyées à sec d'aminocarbe de 2 à 3 µm de diamètre dans une huile de paraffine très visqueuse, contenant 180 g/L d'ingrédient actif.
[b]Huile de pétrole de faible viscosité avec un intervalle de distillation de 210°C (récupération de 10 %) à 288°C (récupération de 90 %).

**Tableau 2.** Composition en pourcentage des ingrédients des mélanges d'épandage

| Abréviation donnée aux mélanges | Parcelle soumise à l'épandage | Composition en pourcentage (v/v) |
|---|---|---|
| 180FO | P82 | Mat-180F 26,7/ID-585 73,3 |
| 180FE | P86 | Mat-180 26,7/Atlo-3409 1,3/eau 72,0 |

**Tableau 3.** Données sur l'aéronef et l'épandage

| | |
|---|---|
| Superficie de la parcelle soumise à l'épandage: | 250 ha |
| Type d'aéronef: | TBM Avenger |
| Dispositifs d'épandage: | 24 buses à jet en éventail Teejet® 1010 |
| Vitesse de l'aéronef: | 260 ± 20 km $h^{-1}$ |
| Altitude d'épandage: | 30-35 m au-dessus du couvert forestier |
| Pression d'épandage: | 240 - 270 kPa |
| Largeur des bandes d'épandage: | 133 m |
| Dosage: | 70 g/ha d'ingrédient actif |
| Taux volumique d'épandage: | 1,5 L/ha |
| Débit d'épandage: | 80 L/min |
| Arbres échantillonnés: | 7 par parcelle |
| Unités d'échantillonnage au sol (nombre par parcelle): | 15, consistant en deux plaques de verre de 7,5 sur 7,5 cm chacune |

**Tableau 4.** Dates des épandages, conditions météorologiques et caractéristiques du dépôt des mélanges d'aminocarbe à la suite d'un traitement général au Nouveau-Brunswick en 1982

| Mesures | Parcelles et mélanges d'épandage | | | |
|---|---|---|---|---|
| | P82 (180FO) | | P86 (180FE) | |
| | 1er épandage | 2e épandage | 1er épandage | 2e épandage |
| Date d'application (1982) | 4 juin | 9 juin | 31 mai | 8 juin |
| Heure d'application (HAA) (h) | 0630 | 0550 | 1908 | 0554 |
| Vitesse du vent (km/h) à 3 m d'altitude[a] | 8 ± 2 | 3 ± 1 | 4 ± 2 | 12 ± 3 |
| Température (°C) à 3 m d'altitude[a] | 15 | 18 | 15 | 10 |
| Humidité relative (%) à 1 m d'altitude[a] | 77 | 76 | 90 | 87 |
| Dépôt sur les plaques de verre (g/ha d'ingrédient actif) | 20,9 | 7,2 | 15,7 | 28,6 |
| Pourcentage de dépôt | 29,9 | 10,4 | 22,4 | 40,9 |

[a]Les mesures météorologiques ont été effectuées dans les parcelles d'épandage et les données figurent dans Sundaram et Sundaram (1983).

d'arpentage. La végétation au sol et les autres arbres entourant chaque arbre échantillonné ont été élagués dans un rayon de 5 m afin d'accroître l'exposition des arbres-échantillons au nuage d'épandage. À chaque échantillonnage, une branche de 30 cm de longueur a été prélevée à la mi-couronne dans chaque quadrant de l'arbre. Toutes les nouvelles pousses apparues au cours de l'année ont été enlevées et les vieilles aiguilles ont été traitées en vue de l'analyse. Les branches coupées ont été placées dans des sacs de plastique et entreposées rapidement dans des glacières en styromousse équipées de sachets réfrigérants pour être transportées immédiatement au laboratoire de terrain. Au laboratoire, les aiguilles et les petites pousses ont été coupées de la branche, bien mélangées et chaque échantillon a été stocké à -20°C dans des sacs de plastique scellés jusqu'à l'analyse.

ii) Litière forestière: Une placette de litière entièrement exposée (environ 20 $m^2$) a été aménagée dans chaque parcelle. Tous les petits éléments, comme les branches tombées, les pousses et les petites roches, ont été dégagés de la zone d'échantillonnage. La litière a été recueillie, à la même fréquence que le feuillage, dans un secteur de 240 $cm^2$, à une profondeur de 1 cm en enfonçant un cadre de métal (15,5 sur 15,5 cm) dans le sol et en enlevant le contenu à l'aide d'une truelle. Les échantillons ont été enveloppés dans du papier d'aluminium puis traités de la même façon que le feuillage.

iii) Sol forestier: Une placette de sol entièrement exposée (environ 15 $m^2$) a été aménagée près de la parcelle de litière. La litière, la mousse et autres détritus organiques qui recouvraient le sol ont été enlevés afin de bien exposer la couche sous-jacente au nuage épandu. Tous les petits éléments, comme les branches tombées, les pousses, les racines, les cailloux, etc., ont été également enlevés. Les échantillons de sol (loam sableux, de pH 6,1 à 6,3) ont été prélevés au hasard dans le premier centimètre sous forme de carottes de 2,5 cm de diamètre (20 carottes par échantillon) à l'aide d'une tarière. Les échantillons ont été enveloppés dans du papier d'aluminium et traités de la même façon que le feuillage.

iv) Évaluation du dépôt: 2 plaques de verre (7,5 sur 7,5 cm) montées sur une unité de collecte pliante en aluminium ont servi à évaluer le dépôt (Randall, 1980). Une demi-heure avant chaque épandage, 15 de ces unités de prélèvement ont été placées au hasard autour des placettes de litière et de sol ainsi qu'autour de certains arbres choisis pour l'échantillonnage du feuillage. Les plaques de verre ont été recueillies 1 h après l'épandage, gardées dans des glacières de styromousse à 0°C et transportées au laboratoire pour y être analysées. L'ingrédient actif a été récupéré sur les plaques par

lavage avec de l'acétate d'éthyle (5 x 2 mL). Les extraits d'acétate d'éthyle ont été entreposés dans des bouteilles de réactif ambré à 4°C jusqu'au moment de l'analyse par chromatographie gazeuse-liquide (CGL).

## Préparation des échantillons, extraction et nettoyage de la colonne

i) Litière forestière: Les petites pierres, les branchailles, etc., ont été extraites de chaque échantillon, qui a ensuite été bien mélangé à l'aide d'une spatule. Des parties aliquotes de 40 g de litière ont été macérés pendant 5 min dans 150 mL d'acétate d'éthyle (Caledon Chemicals) à l'aide d'un mélangeur Waring. Le mélangeur a été rincé avec le solvant (2 x 25 mL) et le résidu de rinçage a été ajouté à l'extrait macéré. Cet extrait a ensuite été filtré à travers une couche de 3 cm de sulfate de sodium granulaire anhydre avec un papier filtre Whatman No. 1 dans un entonnoir Buchner, puis rincé avec le solvant (3 x 10 mL). Le volume de l'extrait brut a été ensuite réduit à 40 mL par évaporation sous vide (Buchii Rotovapor®) de façon que 1 mL d'extrait soit équivalent à 1 g d'échantillon.

Des parties aliquotes de 1 mL d'extrait brut, en double exemplaire, ont été transférées dans des minicolonnes (10 cm sur 8 mm, d.i.) (pipettes Pasteur—Fisher 13-678-8) contenant successivement à partir du fond un petit tampon de laine de verre traitée au silane, une couche de 3 cm de mélange de charbon de bois neutre (Nuchar SN®) et de la poudre de cellulose (Whatman CF-11®) (4:10) recouverte de 1 g de $Na_2SO_4$ anhydre. Ces minicolonnes étaient reliées à des tubes de verre (10 cm sur 8 mm, d.i.) par une tubulure Tygon®, afin de servir de réservoirs à solvant. Pendant que la partie aliquote passait dans la couche de $Na_2SO_4$, une solution contenant 35 mL de $CH_3OH$ distillé et d'acétate d'éthyle (20 + 80) a été ajoutée dans la colonne. Après percolation de l'éluat dans la colonne, celui-ci a été recueilli dans des contenants prélavés.

L'éluat a été concentré jusqu'à environ 5 mL à l'aide d'un Buchii Rotovapor©, transféré quantitativement dans un tube centrifuge gradué et concentré à un volume connu sous un jet de $N_2$ sec.

ii) Sol forestier: 40 g d'échantillon bien mélangé, exempt de pierres, de branchailles, etc., ont été macérés pendant 5 min dans 150 mL d'acétate d'éthyle de qualité pesticide à l'aide d'un mélangeur Waring. Le mélangeur a ensuite été rincé avec le solvant et le produit de macération a été filtré sous succion. Le filtrat brut a ensuite été passé à travers une colonne de sulfate de sodium anhydre et évaporé sous vide jusqu'à 40 mL de façon que 1 mL de partie aliquote corresponde à 1 g d'échantillon de sol. Le lavage a été fait de la même façon que pour la litière.

iii) Feuillage: L'échantillon de feuillage en vrac a été macéré dans un broyeur à nourriture. 40 g d'échantillon broyé ont ensuite été homogénéisés pendant 5 min dans 150 mL d'acétate d'éthyle à l'aide d'un mélangeur Brinkmann Polytron®. Le mélangeur a ensuite été rincé avec le solvant et l'homogénat obtenu a été filtré dans une colonne de $Na_2SO_4$. Le filtrat a été concentré sous faible pression, traité et lavé comme les échantillons de sol.

Les teneurs en humidité des échantillons de litière, de sol et de feuillage ont été déterminées en faisant sécher des doubles exemplaires de 10 g de chaque échantillon à 105°C pendant 18 h dans un four thermostatique.

## Analyse par chromatographie en phase gazeuse

Un chromatographe en phase gazeuse Hewlett Packard HP5840A, équipé d'une colonne de verre de 6 pi sur 4 mm garni avec 1,5 % en OV-17 + 1,95 % OV-210 sur Chromosorb W HP (maille 80/100), et couplé à un détecteur spécifique N-P a servi à l'analyse. Un débit de gaz porteur (He) de

40 mL/min et une température de four de 180°C ont été constamment maintenus. Les concentrations d'aminocarbe relevées dans les échantillons de feuillage, de litière et de sol sont données respectivement aux tableaux 5, 7 et 8.

**Tableau 5.** Résidus d'aminocarbe (ppM)[a] dans le feuillage du sapin baumier

| Temps écoulé depuis l'épandage | p82 | p86 |
|---|---|---|
| | 1er épandage | |
| 1 h | 790 (1 470) | 1 220 (2 190) |
| 3 h | 790 (1 470) | 1 190 (2 100) |
| 6 h | 1 080 (2 000) | 1 100 (2 030) |
| 12 h | 720 (1 280) | 1 340 (2 450) |
| 1 d | 890 (1 610) | 920 (1 670) |
| 2 d | 500 (900) | 730 (1 510) |
| 5 d | 360 (640) | 400 (750) |
| 7 d | | 290 (550) |
| | 2e épandage | |
| 1 h | 760 (1 380) | 930 (1 670) |
| 3 h | 580 (1 140) | 1 210 (2 190) |
| 6 h | 510 (930) | 1 030 (1 860) |
| 12 h | 690 (1 260) | 1 005 (1 920) |
| 1 d | 940 (1 750) | 985 (1 801) |
| 2 d | 720 (1 450) | 960 (1 700) |
| 3 d | 300 (630) | 900 (1 650) |
| 5 d | 380 (690) | 480 (900) |
| 12 d | 150 (325) | 220 (480) |

[a]Les valeurs qui ne sont pas entre parenthèses représentent les résidus en termes de poids «tel qu'échantillonné». Les valeurs entre parenthèses représentent les résidus en termes de poids séché au four.

Des échantillons enrichis et des échantillons neutres ont été introduits dans chaque lot d'échantillons d'analyse, notamment à l'étape du nettoyage de la colonne, pour évaluer la récupération et les effets, le cas échéant, des changements de réactif. Les récupérations des échantillons enrichis s'élevaient en moyenne à 85 ± 6 %. Aucun des échantillons recueillis avant l'épandage et des échantillons-témoins (feuillage de sapin baumier, sol forestier et litière) ne contenait de concentration décelable d'aminocarbe.

La limite de détection de l'analyse pour l'insecticide était de 0,01 µg/mL d'extrait final pour injection. Cette valeur à son tour était équivalente à 0,01 µg/g du même produit selon la base «tel qu'échantillonné». En raison de variations dans la teneur en humidité des différentes variétés étudiées de substrat (feuillage, litière et sol), la limite de détection calculée (MDL) sur une base de poids sec variait habituellement entre 0,01 et 0,5 µg/g.

# Résultats et analyse

## Dépôt

Les données sur le dépôt des épandages aériens des deux formulations d'aminocarbe sont présentées au tableau 4. Les quantités d'aminocarbe qui se sont déposées pour les quatre épandages

**Tableau 6.** Équations de diminution curvilinéaire pour la dispersion de l'aminocarbe dans le temps «t»

| Numéro de parcelle | Formulation | Numéro d'épandage | Type d'échantillon | Équation de regression | R2 (%) | B | C | T1/2(h) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1er | Frais | Y = 871e$^{0}$ 00693 t | 87,8 | 871 | 0,00693 | 100 |
| | | | Séché au four | Y = 1585e$^{0}$ 00686 t | 86,4 | 1 585 | 0,00686 | 101 |
| P82 | 180FO | | | | | | | |
| | | 2e | Frais | Y = 676e$^{0}$ 00534 t | 79,6 | 676 | 0,00534 | 130 |
| | | | Séché au four | Y = 1259e$^{0}$ 00486 t | 79,7 | 1 259 | 0,00486 | 143 |
| | | 1er | Frais | Y = 1202e$^{0}$ 00875 t | 98,8 | 1 202 | 0,00875 | 79 |
| | | | Séché au four | Y = 2188e$^{0}$ 00841 t | 99,2 | 2 188 | 0,00841 | 82 |
| P86 | 180FE | | | | | | | |
| | | 2e | Frais | Y = 1096e$^{0}$ 00564 t | 94,8 | 1 096 | 0,00564 | 123 |
| | | | Séché au four | Y = 1995e$^{0}$ 00500 t | 93,2 | 1 995 | 0,00500 | 139 |

**Tableau 7.** Résidus d'aminocarbe (ppM)[a] dans la litière forestière

| Temps écoulé depuis l'épandage | p82 | p86 |
|---|---|---|
| | 1er épandage | |
| 1 h | 40 (100) | 70 (110) |
| 3 h | <10 | 20 (30) |
| 6 h | <10 | <10 |
| 12 h | <10 | <10 |
| 1 d | <10 | <10 |
| 2 d | <10 | <10 |
| 3 d | <10 | 10 (20) |
| 5 d | <10 | 50 (110) |
| 7 d | | 50 (70) |
| | 2e épandage | |
| 1 h | 40 (60) | 20 (30) |
| 3 h | 20 (30) | 10 (15) |
| 6 h | <10 | <10 |
| 12 h | <10 | <10 |
| 1 d | <10 | <10 |
| 2 d | <10 | 40 (60) |
| 3 d | <10 | <10 |
| 5 d | <10 | <10 |
| 7 d | <10 | <10 |
| 12 d | <10 | <10 |

[a]Voir les notes au bas du tableau 5.

variaient énormément, allant de 7,2 à 28,6 g/ha (x = 12,4 g/ha). Des facteurs physiques, comme le spectre granulométrique des gouttelettes, la vitesse d'évaporation et les conditions climatiques, pourraient avoir contribué à cette variation. Le pourcentage moyen de matières émises (AI) et déposées sur le sol forestier était faible (17,7), sans doute à cause du fait qu'une grande proportion du nuage était constituée de petites gouttelettes, qui sont probablement tombées sur la cime des arbres plutôt que sur les plaques de verre disposées au niveau du sol.

## Résidus d'aminocarbe dans le feuillage des conifères

Il ressort clairement du tableau 5 que, 5 jours après le traitement, 33 et 40 % du dosage maximal AI (tel qu'échantillonné) avaient été interceptés dans le feuillage dans la parcelle P82, et 30 et 40 % dans la parcelle P86. Dans tous les cas, la substance active a été éliminée rapidement pendant les stades initiaux. Ces premiers stades ont ensuite été suivis d'une diminution graduelle et curvilinéaire en fonction du temps, ce qui témoigne de la tendance du produit à persister dans les aiguilles. La dispersion de l'aminocarbe suivait un mode de diminution exponentielle, selon les équations (1) à (3):

$$Y = A + Be^{-Ct} \quad (1)$$

$$\log (Y - A) = \log B - \frac{C}{2{,}303} t \quad (2)$$

$$Y = A \text{ (lorsque } t = \infty) \quad (3)$$

**Tableau 8.** Résidus d'aminocarbe (ppM)[a] dans le sol forestier

| Temps écoulé depuis l'épandage | p82 | p86 |
|---|---|---|
| | 1er épandage | |
| 1 h | <10 | <10 |
| 3 h | <10 | <10 |
| 6 h | 40 (50) | <10 |
| 12 h | <10 | <10 |
| 1 d | <10 | <10 |
| 2 d | <10 | <10 |
| 3 d | <10 | <10 |
| 5 d | <10 | <10 |
| | 2e épandage | |
| 1 h | <10 | <10 |
| 3 h | <10 | <10 |
| 6 h | <10 | <10 |
| 12 h | <10 | <10 |
| 1 d | <10 | <10 |
| 2 d | <10 | <10 |
| 3 d | <10 | <10 |
| 5 d | <10 | <10 |
| 12 d | <10 | <10 |

[a]Voir les notes au bas du tableau 5.

Si l'on suppose que, finalement, tous les résidus seront éliminés du feuillage, au temps infini «t », les équations (1) à (3) deviennent les équations (4) à (6)

$$Y = Be^{-Ct} \quad (4)$$

$$\log Y = \log B - \frac{C}{2{,}303} t \quad (5)$$

$$Y = 0 \text{ (lorsque } t = \infty) \quad (6)$$

Les demi-vies ($T_{1/2}$) de la diminution exponentielle peuvent être calculées d'après l'équation (7):

$$T_{1/2} = \frac{2{,}303 \log 2}{C} \qquad (7)$$

Les cœfficients de régression B et C et les demi-vies de diminution sont donnés au tableau 6, qui présente également les équations de régression. La constante de vitesse C représente la rapidité avec laquelle les résidus sont éliminés du feuillage, c'est-à-dire que plus la valeur est élevée, plus l'élimination est rapide. Par conséquent, il apparaît que l'aminocarbe est éliminé plus rapidement du feuillage traité avec la formulation 180FE qu'avec la formulation 180FO, étant donné que les valeurs de C étaient plus élevées pour l'épandage avec 180FE. Cela apparaît également dans les valeurs de $T_{1/2}$ pour les deux formulations, qui sont constamment plus élevées pour 180FO que pour 180FE. Ce phénomène pourrait signifier que plus les concentrations de résidus sont élevées dans les feuillages, plus le produit est éliminé rapidement.

Les demi-vies observées au cours de la présente étude variaient de 78 à 143 h, et ces valeurs correspondent à la plage relevée dans les études antérieures (Sundaram et Hopewell, 1977; Sundaram, 1981).

La dispersion de l'aminocarbe déposé sur les aiguilles est probablement due à la volatilisation, à la photolyse, à l'altération par l'humidité, la pluie et le vent (codistillation) dès les premiers stades suivant l'épandage. À mesure que les résidus sont graduellement absorbés par les terpénoïdes lipophiliques des aiguilles, les résidus semblent être dégradés relativement lentement, en partie par des processus chimiques et biologiques et en partie par dilution.

## Résidus d'aminocarbe dans la litière forestière

Les résidus d'aminocarbe présents dans la litière forestière des deux parcelles d'épandage sont donnés au tableau 7. Les teneurs maximales variaient de 10 à 70 ppM (tels qu'échantillonnés) 1 h après l'épandage et n'ont jamais dépassé la limite de détection (10 ppM) par la suite, à quelques exceptions près dans la parcelle P86. Les faibles concentrations relevées dans la litière sont difficiles à expliquer, notamment lorsque les concentrations d'aminocarbe prélevé sur les plaques de verre (tableau 4) étaient bien supérieures aux limites de détection. De toute évidence, aucune corrélation notable n'existait entre les deux récepteurs. Il est possible que les différences de microturbulence entre les deux sites d'échantillonnage voisins puissent avoir causé ces variations dans le dépôt.

Les teneurs résiduelles dans la parcelle P86 augmentaient après la période de 2 jours suivant le premier épandage (tableau 7). Ce phénomène pourrait être dû au lessivage du feuillage et au ruissellement attribuable à la pluie jusque sur le sol forestier. Les échantillons de litière contenaient des aiguilles détachées des branches et des détritus organiques (acides polyglucuroniques, acides humiques, acides fulviques, acides aminés, composés phénoliques et carboxyliques) et se sont révélés acides (pH de 5,2 à 5,6). Dans ce genre de cas, comme on l'a observé plus tôt (Sundaram et collab., 1978 et 1979), lorsque des concentrations suffisantes du produit ont atteint le sol forestier, on peut s'attendre normalement que les molécules d'aminocarbe soient adsorbées aux particules de la litière et persistent sous forme de cations aryldiméthylammonium (figure 1) qui résistent à la dégradation. Dans une étude semblable effectuée récemment (Sundaram, 1981), les concentrations maximales initiales relevées dans la litière variaient de 18 à 216 ppM et persistaient de 12 à 21 jours.

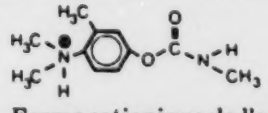

**Figure 1.** Forme cationique de l'aminocarbe.

## Résidus dans le sol forestier

La couverture forestière est habituellement considérée comme l'un des principaux récepteurs des épandages aériens de produits chimiques. Comme nous l'avons déjà observé, seules des teneurs minimales d'aminocarbe (inférieures ou égales à 10 ppM) (tableau 8) ont atteint le sol. Ce résultat se compare favorablement aux faibles valeurs (de 8 à 51 ppM) obtenues dans une étude antérieure (Sundaram, 1981).

Parmi les mécanismes de disparition de l'aminocarbe du sol forestier, mentionnons la volatilisation, le lessivage à travers le profil du sol par l'eau et la dégradation par divers processus physico-chimiques, dont la lumière du soleil et les processus biologiques. Entre autres, une combinaison des dégradations chimiques et bactériennes et de la volatilisation à partir de la surface du sol ont probablement joué un rôle essentiel. En outre, divers facteurs pédologiques, tels que le type de sol (loam sableux), les matières organiques, la teneur en humidité, le pH (de 6,1 à 6,3) et la température, pourraient avoir eu une influence considérable sur l'évolution et la persistance de l'aminocarbe. Compte tenu des conditions qui règnent dans les forêts, le couvert forestier, l'humidité relative et les précipitations pourraient également avoir joué un rôle important dans la persistance de l'insecticide.

Les interactions pesticide-sol, notamment si l'on met l'accent sur la persistance des organochlorés, ont été étudiées en détail et bien documentées. La présente étude a montré que, dans des conditions opérationnelles, une faible quantité d'aminocarbe atteint le sol forestier. Toute quantité qui atteint le sol n'y demeure pas très longtemps. Comme la vie de l'insecticide est extrêmement courte dans la lithosphère, il est fort peu probable que le produit pose un danger important pour les micro-organismes (bactéries, champignons, etc.) et les invertébrés dans le sol.

## Ouvrages de référence

McLeese, D.W.; Zitko, V.; Metcalf, C.D.; Sergeant, D.B. 1980. *Lethality of aminocarb and the components of the aminocarb formulation to juvenile Atlantic salmon, marine invertebrates and freshwater clams*. Chemosphere 9:79-82.

Randall, A.P. 1980. *A simple device for collecting aerial spray deposition from calibration trials and spray operations*. Env. Can. For. Serv., Bi-monthly Res. Notes 30(5): 23.

Sundaram, K.M.S. 1981. *Distribution, persistence and fate of Matacil formulations in a forest ecosystem*. Can. For. Serv., For. Pest Manage. Inst., File Report 20, 32 p.

Sundaram, K.M.S.; Hopewell, W.W. 1977. *Fate and persistence of aminocarb in conifer foliage and forest soil after simulated aerial spray application*, Can. For. Serv., For. Pest Manage. Inst. Inf. Rep. FPM-X-6, 41 p.

Sundaram, K.M.S.; Sundaram, A. 1981. *Effect of additives on the persistence of aminocarb in conifer foliage*. Env. Can., Can. For. Serv. Res. Notes 1(3): 18-21.

Sundaram, A.; Sundaram, K.M.S. 1983. *Role of formulation on pesticide dynamics and fate in a forest ecosystem*. Proc. 10th Int. Cong. Plant Prot. Abstracts, Vol. 2, p. 731.

Sundaram, K.M.S.; Szeto, S.Y.; Hindle, R. 1978. *Isolation and analysis of aminocarb and its phenol from environmental waters*. Can. For. Serv., For. Pest Manage. Inst. Inf. Rep. FPM-X-18, 28 p.

Sundaram, K.M.S.; Szeto, S.Y.; Hindle, R. 1979. *Evaluation of XAD-2 as the extractant for carbamate insecticides from natural waters*. J. Chromatogr. 177:23-24.

## Remerciements

Toutes les données d'analyse citées dans ce rapport ont été produites dans le cadre de travaux exécutés à contrat par le Conseil de la recherche et de la productivité du Nouveau-Brunswick. Les auteurs tiennent à remercier MM. C. Wiesner et P. Silk du Conseil pour leur collaboration et leur aide précieuse. Ils expriment également leur reconnaissance à Forest Protection Ltd., du Nouveau-Brunswick, pour son aide durant les opérations d'épandages avec l'aéronef de la compagnie. Leurs remerciements s'adressent également à MM. Leo Cadogan et E.G. Kettela pour leur participation aux travaux sur le terrain.